

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-243508  
(43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int. Cl. G11B 7/24

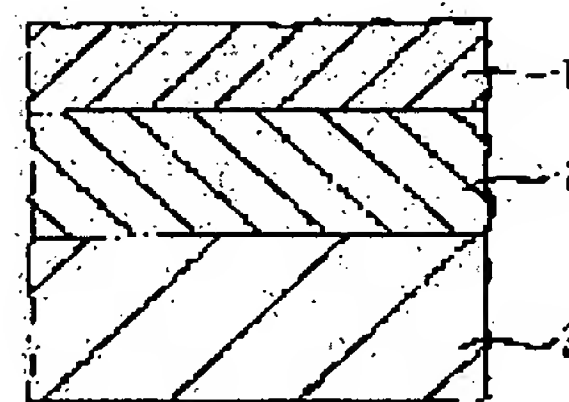
(21)Application number : 05-026805 (71)Applicant : SONY CORP  
(22)Date of filing : 16.02.1993 (72)Inventor : ASAI NOBUTOSHI

## (54) OPTICAL RECORDING MEDIUM

### (57)Abstract:

PURPOSE: To increase the recording density of an optical recording medium.

CONSTITUTION: A layer 2 contg. at least a saturable absorbing dye is disposed on the pattern forming surface of a transparent substrate 1 with a formed recording pattern. The molecular extinction coefft.  $\epsilon$  of the dye at the wavelength of light for reproduction is regulated to  $\geq 10^4$  and the relaxation time  $\tau$  regulated to 1-100ns. A reflecting layer 3 having  $\geq 70\%$  reflectance at the interface between the layer 3 and the air may further be disposed on the layer 2. The thickness of the layer 2 may be regulated so as to minimize the intensity of reflected light due to interference to the intensity of light for reproduction and a naphthalocyanine dye may be used as the dye in the layer 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.01.2000  
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.04.2003  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-243508

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 3 8 A 7215-5D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平5-26805

(22)出願日

平成5年(1993)2月16日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 浅井 伸利

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

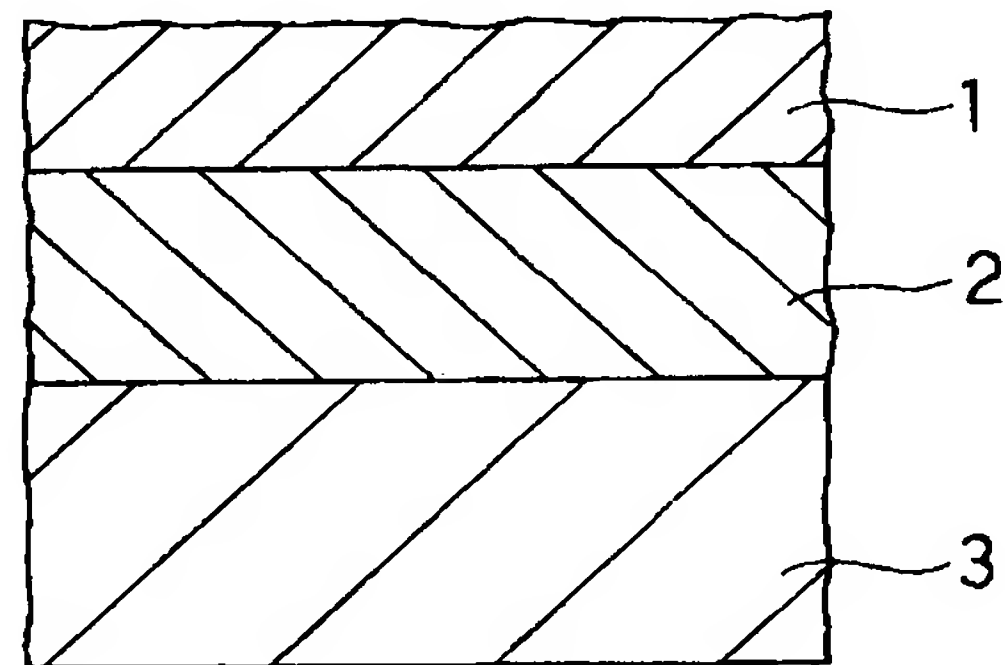
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 光記録媒体

(57)【要約】

【目的】 光記録媒体の記録密度を向上する。

【構成】 記録パターンの形成された透明基板1上の記録パターン形成面上に少なくとも可飽和吸収色素を含有する可飽和吸収色素含有層2を設け、該可飽和吸収色素の再生光の波長における分子吸光係数 $\epsilon$ を $10^4 \leq \epsilon$ とし、緩和時間 $\tau$ を $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ とする。また、上記可飽和吸収色素含有層2上に空気界面における反射率が70%以上の反射膜3を設けても良い。さらには、可飽和吸収色素含有層の厚さを再生光の光強度に対して干渉による反射光強度が極小となるようにしても良く、可飽和吸収色素をナフトロシアニン系色素としても良い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に情報信号に対応して凹凸や光学特性の変化として記録された記録パターンを、透明基板側から垂直入射し透明基板に対して相対的に移動走査する再生光の反射の変化で検出し、信号を再生するための光記録媒体において、記録パターン上に少なくとも可飽和吸収色素を含有する層を一層有し、且つ該可飽和吸収色素の再生光の波長における分子吸光係数 $\epsilon$ が $10^4 \leq \epsilon$  であり、緩和時間 $\tau$ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であることを特徴とする光記録媒体。

【請求項2】 透明基板、可飽和吸収色素含有層及び空気界面における反射率が70%以上の反射膜が順次設けられていることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

【請求項3】 可飽和吸収色素含有層の厚さが、再生光の光強度に対して干渉による反射光強度を略極小とする厚さであることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

【請求項4】 可飽和吸収色素がナフトロシアニン系色素であることを特徴とする請求項1、2または3記載の光記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、予め透明基板上に記録された情報信号に対応する凹凸や光学特性の変化による記録パターンを、基板側から再生光を照射して再生光ビームの反射の変化で検出して信号を再生するための光記録媒体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、情報記録の分野においては光学情報記録方式に関する研究が各所で進められている。この光学情報記録方式は、非接触で記録・再生が行えること、磁気記録方式に比べて一桁以上も高い記録密度が達成できること、再生専用型、追記型、書換可能型のそれぞれのメモリー形態に対応できる等の数々の利点を有し、安価な大容量ファイルの実現を可能とする様式として産業用から民生用まで幅広い用途の考えられているものである。

【0003】上述のメモリー形態のうち再生専用型の光記録媒体としては、デジタルオーディオディスク（いわゆる、コンパクトディスク）、光学式ビデオディスク（いわゆる、レーザーディスク）、あるいはCD-ROM等が既に広く普及している。これらの光記録媒体は、一般に、情報信号に対応した凹凸や光学特性の変化による記録パターンの形成された透明基板上にAl膜等の金属薄膜よりなる反射膜を形成した構造とされており、透明基板側よりレーザ光等の再生光を照射し、その反射光の強弱を検出して情報の再生を行う。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述のような再生専用型の光記録媒体においては、VTRのデジタル化、高精細度テレビジョン（HDTV）等に対応するために記録密度の更なる向上が求められている。また、操作上の都合から光記録媒体のサイズの小型化が求められており、このことから記録密度の更なる向上が求められている。

【0005】このような光記録媒体の記録密度を向上させる方法として光記録媒体に形成される情報に応じた記録パターンを微細化することが考えられるが、記録パターンをあまり微細化すると、これを再生する再生光のスポット径に回折限界があるため該記録パターンを再生できなくなってしまう。

【0006】そこで、再生光の短波長化、信号コードの圧縮化、光学系の高NA化等の手段が検討されており、その中でも超解像は有力な手段として注目されている。

【0007】上記超解像とは、物点位置に照射光の回折限界よりも小さなアパーチャーを設けることにより、照射光のスポット径を回折限界よりも小さくして解像度を向上させることを原理とするものである。（参考文献：Charles W. McCutchen, "Superresolution in Microscopy and the Abbe Resolution Limit," J. of Optical Society of America, 57(10), 1190(1967). Tony Wilson and Colin Sheppard, "Theory and Practice of Scanning Optical Microscopy", Academic Press (London), 1984)

【0008】このような超解像を光記録媒体に応用するには、再生光の光記録媒体上での移動に伴ってそのアパーチャーが移動する必要がある。そこで、特開平2-96926に示されるように反射膜に光応答性の材料を使用する方法が提案されている。上記発明中においては、反射膜に光応答性の材料を使用することによって反射膜内に再生光の回折限界よりも小さなアパーチャーを形成させ、反射膜によって反射される反射光のスポット径を小さくしてその解像度を向上させることが提案されており、光応答性の材料としては再生光によって直接的に光学特性が変化する非線形光学材料、或いは再生光の吸収による熱発生により光学特性の変化する相変化材料等が挙げられている。ところが、上記発明中にはこれに適する具体的な材料が例示されておらず、その具現性は低いものである。またこの特許に先立ち、特開平1-143041号公報、特開平1-143042号公報においては、光磁気記録再生方式において磁気カー効果が現れる領域を熱的に再生光のスポット径よりも狭くして超解像効果を発現させ、高密度記録再生を達成したことが報告されている。

【0009】そこで、本発明は再生光の回折限界よりも微細化された記録パターンによる高記録密度の情報を超解像像によって再生することを可能とするための光記録媒体を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために本発明者等が鋭意検討した結果、光応答性の材料として可飽和吸収色素を用い、該可飽和吸収色素の光照射時における吸収飽和現象により超解像現象を実現できることを見出した。

【0011】すなわち、本発明は、透明基板上に情報信号に対応して凹凸や光学特性の変化として記録された記録パターンを、透明基板側から垂直入射し透明基板に対して相対的に移動走査する再生光の反射の変化で検出し、信号を再生するための光記録媒体において、記録パターン上に少なくとも可飽和吸収色素を含有する層を一層有し、且つ前記可飽和吸収色素の再生光の波長における分子吸光係数 $\epsilon$ が $10^4 \leq \epsilon$ であり、緩和時間 $\tau$ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であることを特徴とするものである。

【0012】また本発明は、このような光記録媒体において、透明基板、可飽和吸収色素含有層及び空気界面における反射率が70%以上の反射膜を順次設けても良く、さらに可飽和吸収色素含有層の厚さを再生光の光強度に対して干渉による反射光強度を略極小とする厚さとしてもよい。

【0013】さらにまた、本発明の光記録媒体においては、可飽和吸収色素をナフトロシアニン系色素としても良い。

【0014】本発明の光記録媒体においては、可飽和吸収色素含有層に再生光を照射して該可飽和吸収色素含有層の極小部分の複素屈折率を変化させることにより再生光の回折限界よりも小さいアパーチャを形成して、回折限界よりも小さいスポット径を有する反射光を得て、超解像現象を実現する。この際、可飽和吸収色素含有層中の可飽和吸収色素は再生光の吸収により基底状態から複素屈折率の変化した励起状態となり、アパーチャを形成し、緩和時間 $\tau$ を経て基底状態に戻る。従って、用いられる可飽和吸収色素の再生光の波長での分子吸光係数 $\epsilon$ が $\epsilon < 10^4$ であると、可飽和吸収色素含有層の厚さを再生光の光強度に対して干渉による反射光強度を略極小とする厚さとした場合に十分な感度を得られない。また、可飽和吸収色素の再生光の波長での緩和時間 $\tau$ が $\tau < 1\text{ ns}$ であると、アパーチャ形成時間が短く十分な感度を得られず、 $100\text{ ns} < \tau$ であるとアパーチャ形成時間が長いためにアパーチャの形状が再生光の走査方向に長い楕円形となり、解像度を向上させることができない。なお、緩和時間 $\tau$ を $1\text{ s} \sim 10\text{ ns}$ とすることで、より高い効果が得られる。

【0015】また、可飽和吸収色素としては、再生光と

してレーザ光を用いることが多いことから、レーザ波長域(750~810nm)に強い吸収を有するものが好ましく、さらには熱的、光化学的に安定なものが好ましい。このような可飽和吸収色素としては、シアニン系、フタロシアニン系、ナフトロシアニン系が挙げられ、例えば、EXCITON社製(アメリカ)のDTTC, HITC, IR-125, IR-140, IR-144等が挙げられる。特にナフトロシアニン系色素が大きな分子吸光係数、高い光学安定性を有するという点から好ましい。

【0016】

【作用】本発明は、透明基板上に情報信号に対応して凹凸や光学特性の変化として記録された記録パターンを、透明基板側から垂直入射し透明基板に対して相対的に移動走査する再生光の反射の変化で検出し、信号を再生するための光記録媒体において、記録パターン上に少なくとも可飽和吸収色素を含有する層を一層有し、且つ前記可飽和吸収色素の再生光の波長における分子吸光係数 $\epsilon$ が $10^4 \leq \epsilon$ であり、緩和時間 $\tau$ が $1\text{ ns} \leq \tau \leq 100\text{ ns}$ であるため、再生光の回折限界よりも小さいスポット径の反射光を取り出すことが可能であり、再生光の回折限界よりも微細化された記録パターンを再生することが可能である。

【0017】

【実施例】以下、本発明を適用した具体的な実施例について実験結果に基づいて説明するが、実施例について述べるに先立ち、可飽和吸収現象による超解像効果について理論的説明をする。すなわち、透明基板上に可飽和吸収色素含有層、反射膜が順次形成される光記録媒体における可飽和吸収色素含有層の可飽和吸収現象を単純な速度方程式より求め、再生光の反射膜への透過率を算出し、再生光が光記録媒体上を移動している状態での光記録媒体としての反射率の分布、反射光のビームプロファイルを求めた。まず、可飽和吸収色素含有層の可飽和吸収の速度方程式であるが、可飽和吸収色素が基底状態から光の吸収によって励起状態となり緩和時間 $\tau$ を経て基底状態に戻るものとし、単位面積( $\text{cm}^{-2}$ )で考えて、基底状態の分子数 $G$ の変化は、全分子数 $N$ 、吸収率 $A$ 、再生光強度 $I$ 、再生光波長 $\lambda$ 、光速 $c$ 、プランク定数 $h$ として数1のように表わされる。なお、上記可飽和色素は励起状態では光を全く吸収しないものとしている。

【0018】

【数1】

$$\frac{dG(t)}{dt} = -\frac{\lambda I A}{h c} + \frac{N - G(t)}{\tau}$$

【0019】この時、上記吸収率 $A$ は、可飽和吸収色素含有層の消衰係数 $k$ (複素屈折率虚数成分)、膜の構造や厚さ、光学定数によって決定される。なお、上記消衰係数 $k$ は色素の分子数 $G$ 、膜厚 $d$ 、分子吸光係数 $\epsilon$ によ



って数2のように表される。(数2中 $N_A$ はアボガドロ数を表す。)

【0020】

【数2】

$$k = \frac{2.303 \varepsilon \lambda G}{4 \pi N_A d}$$

【0021】次に、上記吸収率 $A$ と消衰係数 $k$ の関係を多層膜反射率計算により求めた。すなわち、図1に示すような多層膜系に於いて、これらの膜の構造、厚さ、複素屈折率により多層膜に対する正反射条件での計算式から求めた。上記多層膜に於いて、各層の膜厚を $d_j$ 、複素屈折率を $n^c_j (=n_j - i k_j)$ とした場合、反射率 $R$ 、透過率 $T$ 、吸収率 $A$ はそれぞれ数3、数4、数5のように表される。

【0022】

【数3】

$$R = \left| a_{21} / a_{11} \right|^2$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_1^{-1} & s_1 \\ s_1 & t_1^{-1} \end{bmatrix} \prod_{j=2}^{n-1} \begin{bmatrix} t_j^{-1} \exp(i \delta_j) & s_j \exp(i \delta_j) \\ s_j \exp(-i \delta_j) & t_j^{-1} \exp(-i \delta_j) \end{bmatrix} \quad *$$

【0027】

【数7】

$$t_j^{-1} = (n^c_j + n^c_{j+1}) / 2 n^c_j$$

【0028】

【数8】

$$s_j = r_j / t_j = (n^c_j - n^c_{j+1}) / 2 n^c_j$$

【0029】

【数9】

$$\delta_j = 2 \pi n^c_j d_j / \lambda$$

【0030】このようにして吸収率 $A$ と消衰係数 $k$ の関係を求めた。なお、可飽和吸収色素含有層内の基底状態の可飽和吸収色素の分子数が変われば、Kramers-Kronigの関係で複素屈折率の虚部だけでなく実部も変化するが、色素が希薄に分散されたものとして、今回の計算では実部屈折率の変化は無視した。

【0031】そこで、上述のような計算式を用いて実際の光記録媒体の反射率分布及び反射光のビームプロファイルを求めた。光記録媒体としては、図2に示されるようにガラスよりなる透明基板1上に可飽和吸収色素とバインダーよりなる可飽和吸収色素含有層2が形成され、その上にアルミニウムを蒸着してなる反射膜3の形成されたものを想定した。透明基板及び反射膜の複素屈折率をそれぞれ $1.5 - i0$ 、 $1.9 - i7$ と想定した。また、可飽和色素含有層は、初期状態(再生光の出力が0)の時に反射率が0となる、或いは若干の出力

\*【0023】

【数4】

$$T = \left| 1 / a_{11} \right|^2 (n_m / n_i)$$

【0024】

【数5】

$$A = 1 - R - T$$

【0025】この時、 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $a_{21}$ 、 $a_{22}$ 、 $t_j^{-1}$ 、 $s_j$ 、 $\delta_j$ は、数6、数7、数8、数9のように表される。この時、 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $a_{21}$ 、 $a_{22}$ は、この多層膜系の伝搬マトリクスの各成分、 $t_j$ は $j$ と $j+1$ 番目の層間の界面での透過係数、 $s_j$ は同界面での(反射係数/透過係数)、 $\delta_j$ は $j$ 層の前後での光の位相ずれを示す。

【0026】

【数6】

の再生光が照射された状態で再生光の光強度に対して干渉による反射光強度を略極小とする厚さ、つまり可飽和吸収色素含有層/透明基板界面からの反射光と可飽和吸収色素含有層/反射膜界面からの反射光の位相が $180^\circ$ ずれたものとなる厚さ、いわゆる無反射条件を満たすものとし、複素屈折率を $1.7 - i0.5$ とし、膜厚を $1 \text{ nm}$ と想定した。

【0032】上記のような光記録媒体において、可飽和吸収色素の分子吸光係数 $\varepsilon$ を $5 \times 10^5$ 、緩和時間 $\tau$ を $5 \text{ ns}$ 、光記録媒体の回転線速度 $v$ を $1.2 \text{ m/s}$ 、再生光のスポット径を $2 \mu\text{m}$ 、再生光としてレーザ光を想定してその波長を $780 \text{ nm}$ 、その出力を $0.6 \text{ mW}$ とした場合の計算結果を図3に示す。この光記録媒体の初期反射率は $1.4\%$ であったが、上記のような再生光を照射すると再生光のスポット中央においては図中実線で示されるような反射率が $10\%$ にまで上昇することがわかった。また、図中点線で示される反射光のプロファイル、すなわち上記光記録媒体における再生光の反射膜への透過率は、図中一点鎖線で示される再生光のプロファイルと同様に図中矢印Mで示される光記録媒体走行方向

に対して前後対称な形状となっている。

【0033】次に、光記録媒体の回転線速度 $v$ を $30\text{ m/s}$ とした場合の結果を図4に示すが、これも図3の結果と同様に、図中点線で示される反射光のプロファイルは、図中一点鎖線で示される再生光のプロファイルと同様に図中矢印Mで示される光記録媒体走行方向に対して前後対称な形状となっている。なお、図中一点鎖線で示される再生光のプロファイルと反射光のプロファイルのズレは、時間として $2\text{ ns}$ 、長さとして $0.06\text{ }\mu\text{ m}$ である。よって、上記のような光記録媒体においては、該光記録媒体の回転線速度が可飽和吸収色素含有層に形成されるアパーチャーの形状に及ぼす影響は小さく、反射率、反射光のプロファイルに及ぼす影響は小さいことがわかった。

【0034】また、緩和時間 $\tau$ を $100\text{ ns}$ とした場合の結果を図5に示す。図中点線で示される反射光のプロファイルが図中矢印Mで示される光記録媒体走行方向に対して後方に $15\text{ ns}$ 程度ずれる。このずれの量はほぼ緩和時間 $\tau$ に比例して増加する。従って、緩和時間 $\tau$ が反射率、反射光のプロファイルに大きな影響を及ぼすことがわかった。また、図中で示すように、センターからずれ前後でビーム形状が非対称になることは再生信号にジッターが増え、エラーレートの上昇を引き起こす。

【0035】次いで、再生光の出力を変化させて計算を行い、再生光出力と反射光スポット径、再生光のスポット中央における反射率の関係を調査した。結果を図6に示す。なお、反射光スポット径は再生光スポット径に対する割合（反射光スポット径／再生光スポット径）で示す。図6に示されるように再生光出力を上昇させるにつれて図中○で示される反射率は上昇し、且つ図中●で示される反射光スポット径もサチュレーションにより大きくなることがわかった。

【0036】再生光のスポット中央における反射率と反射光スポット径の関係を図7に示すが、図7の結果から反射光スポット径を再生光スポット径の $50\%$ 程度とするためには、すなわち再生光の回折限界の $1/2$ のスポット径を有する反射光を得るには、再生光のスポット中央における反射率を $10\sim 15\%$ とすることが好ましいことがわかった。

【0037】これら理論的解析結果は、色素の物性上、膜の層構成が理想的な場合における結果である。この理想条件は材料、作製条件の確立により達成できると思われるが、ここでは実際の光磁気記録媒体における超解像効果に不可欠な現象である再生光出力に対する反射率の変化を実験例1で、理想条件とはずれているが、明らかに超解像効果が発現し、信号が検出された実験を実験例2で示す。

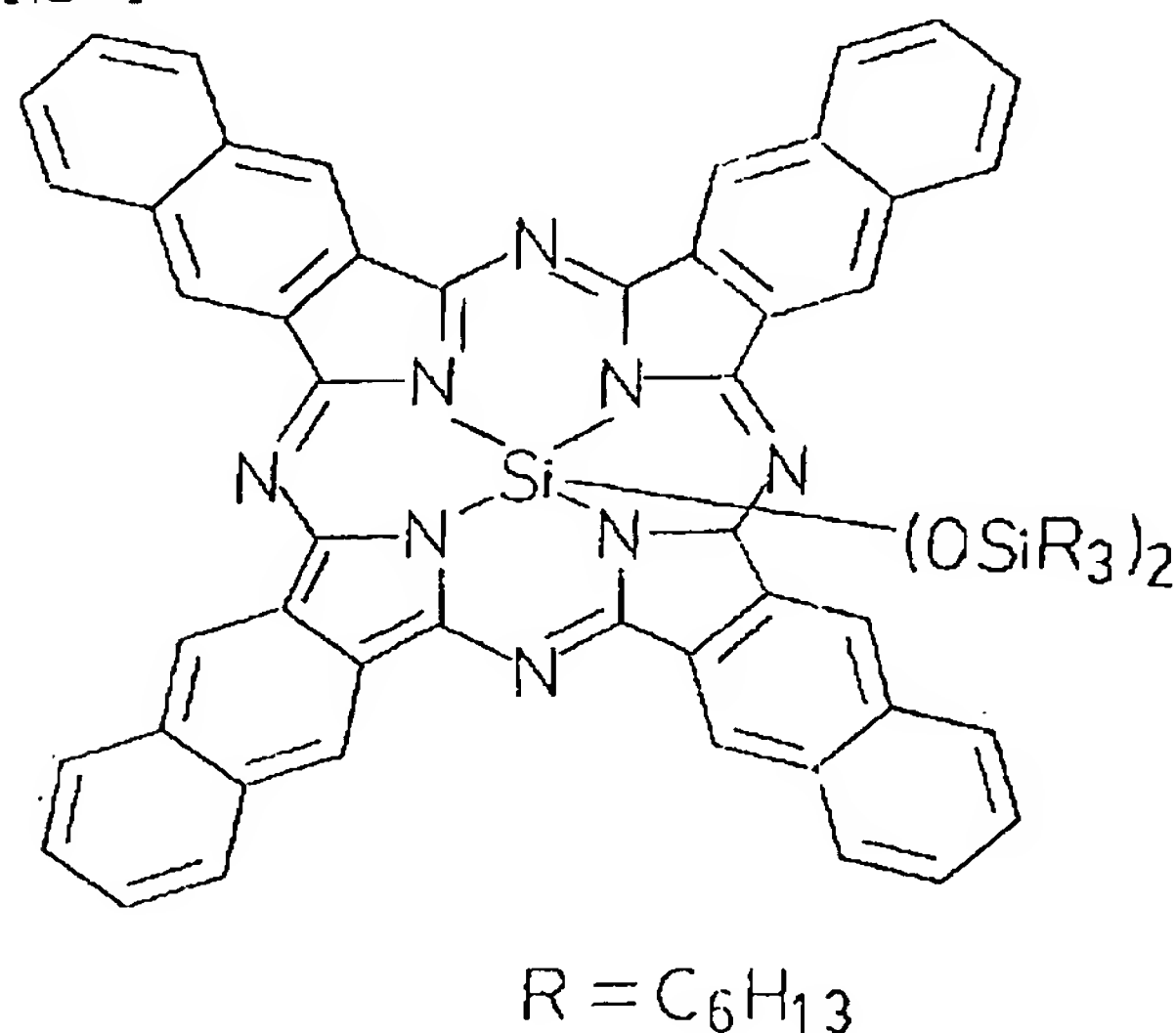
#### 【0038】実験例 1

本実験例においては、実際に光記録媒体を製造し、該光記録媒体に再生光を照射した場合の反射率の変化の様子

を調査した。まず、可飽和吸収色素含有層の複素屈折率の測定を行った。可飽和吸収色素として化1に示されるようなビス（トリ- $n$ -ヘキシルシロキシ）ケイ素ナフタロシアニン（以後、SINCと称する。）を用い、バインダーとして分子量40万のポリメチルメタクリレート（以後、PMMAと称する。）を用い、これらをクロロホルムに溶解させ、透明基板であるガラス基板上にスピコート法によって塗布し、膜厚を $100\sim 200\text{ nm}$ まで変化させて可飽和吸収色素含有層を形成した。なお、SINCとPMMAとクロロホルムの混合比（重量比）は、 $2:15:500$ であり、これらの混合の際、PMMAは数時間にわたる攪拌と加熱を行い、SINCは超音波洗浄器による攪拌を行って完全に溶解させた。

#### 【0039】

##### 【化1】



【0040】このようにして得られた可飽和吸収色素含有層の透過率、反射率の測定を行った。結果を図8中に示す。なお、図中○は膜厚 $170\text{ nm}$ の該可飽和吸収色素含有層の透過率、図中●は反射率、図中点線及び実線は複素屈折率 $1.7 - i0.3$ である媒体の透過率、反射率を示す。これらの結果を見てわかるように、図中○、●で示される実測された結果と図中実線、点線で示される複素屈折率 $1.7 - i0.3$ である媒体の透過率、反射率はよく一致しており、実測された可飽和吸収色素含有層の複素屈折率は、 $1.7 - i0.3$ であると判断される。

【0041】次に、可飽和吸収色素含有層の膜厚が $170\text{ nm}$ である透明基板を用いて光記録媒体の作製を行った。すなわち、透明基板上に形成された可飽和吸収色素層上にアルミニウムの蒸着膜よりなる反射膜を形成した。この際、蒸着装置として日電アネルバ社製のEVD-500Aを用い、真空度 $3 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ 、蒸着レート $2\text{ nm/s}$ 程度の条件で極一般的な方法で蒸着を行った。膜厚は $400\text{ nm}$ とし、これは水晶発振の膜厚計に

て測定、確認を行った。

【0042】そして、図9に示すような光学系により上記光記録媒体の反射率の測定を行った。上記光学系は、再生光源である半導体レーザ(LD)4、再生光と反射光を分割する偏光ビームスプリッタ(PBS)5、1/4波長板(Qup)6、フォーカスレンズ7によって構成される。半導体レーザ(LD)4より照射される図中矢印Lで示される再生光は、偏光ビームスプリッタ(PBS)5、1/4波長板(Qup)6、フォーカスレンズ7を透過して光記録媒体8に照射される。光記録媒体8に照射されて再生光は図中矢印Rで示される反射光として、フォーカスレンズ7、1/4波長板(Qup)6を透過し、偏光ビームスプリッタ(PBS)5により再生光Lより分割されて検出される。なお、光記録媒体8は図示しない回転円盤上に載置され、回転可能となっている。この時の光記録媒体8の回転線速度を1.5~4.5m/sとし、再生光の波長をレーザ波長域である781nm、光記録媒体に照射する際の再生光の出力を1~10mW、フォーカスレンズ7のNAを0.4として測定を行った。

【0043】その結果、再生光の出力が上昇するにつれて、再生光の焦点位置にあたる光記録媒体の極小部の反射光強度が増加する現象が見られた。この際、再生光強度には変化がなく、反射率が上昇していることが確認された。

【0044】図10に再生光の出力と再生光の焦点位置での反射率の変化を示す。再生光の出力の変化によって反射率が変化していることが確認された。また、再生光の出力が0~10mWに変化するに伴い、反射率は10%から20%へと変化している。これは可飽和吸収色素含有層の可飽和吸収の効果によるものと思われる。

【0045】また、このような光記録媒体の可飽和吸収色素含有層の消衰係数を変化させた場合の反射率の変化を実測により求めた結果を図11に示す。本実験例の光記録媒体においては、可飽和吸収色素含有層の消衰係数kが0.3であることが確認されており、図11の結果から該光記録媒体においては、再生光の照射によって消衰係数が0.2に下がったことにより反射率が10%から20%に向上したものと思われる。よって、上記のような光記録媒体において発生した反射率の変化は、可飽和吸収色素含有層の可飽和吸収の効果により該可飽和吸収色素含有層の複素屈折率が変化したために起きたものと思われる。

#### 【0046】実験例 2

本実験例においては、実際の光記録媒体に再生光の回折限度以下の微細な記録パターンを形成し、これを超解像によって再生する実験を行った。まず、試料の作製を行った。通常の光記録媒体においては、1μm/bitの周期で透明基板上に記録パターンが形成されているが、本実験例の光記録媒体においては超解像用として0.3

μm/bit、すなわち0.6μmの周期で透明基板(直径120mmのガラス2Pディスク基板)上に記録パターンを形成し、この上に可飽和吸収色素含有層、反射膜を順次形成した。

【0047】上記可飽和吸収色素含有層は、可飽和吸収色素として実験例2と同様にSINCを用い、バインダーとして実験例2と同様にPMMAを用い、溶剤としてシクロヘキサノンを用いてスピンコート法により透明基板上に形成した。なお、これらを混合する際には、PMMA1.31gとシクロヘキサノン38.7gを加熱攪拌混合した後、SINCを0.262g添加して超音波洗浄器による分散加熱混合を行った。すなわち、SINCとPMMAの重量比は1:5となる。スピンコート法により透明基板上に塗布する際には、ミカサ社製のスピナーを用いて、最大回転数2000~2400rpmの回転数にて塗布を行った。その後、溶媒を乾燥させるために雰囲気温度80℃の真空中に2時間放置した。

【0048】このようにして得られた可飽和吸収色素含有層の膜厚は150nm程度であった。また、この可飽和吸収色素含有層の形成された基板の透過スペクトルを図12に示す。図を見てわかるように、照射光の波長がレーザ波長域の780nmである時の透過率は30%であった。

【0049】また、上記のような可飽和吸収色素含有層を平坦なガラス基板上に形成した場合の該可飽和吸収色素含有層の膜厚と透過率及び反射率の関係を図13に示すが、図中○は該可飽和吸収色素含有層の透過率、図中●は反射率、図中点線及び実線は複素屈折率 $1.7-i0.45$ である媒体の透過率、反射率を示す。これらの結果を見てわかるように、図中○、●で示される実測された結果と図中点線、実線で示される複素屈折率 $1.7-i0.45$ である媒体の透過率、反射率はよく一致しており、実測された可飽和吸収色素含有層の複素屈折率は、 $1.7-i0.45$ であると判断される。

【0050】次いで、超解像用記録パターンの形成された透明基板上に形成される膜厚150nmの可飽和吸収色素含有層上に反射膜としてAu薄膜を真空蒸着法により形成した。真空蒸着器としては、昭和真空社製の真空蒸着器を用い、真空度 $3 \times 10^{-4}$ Pa、蒸着レート0.4nm/sとし、極一般的な方法により蒸着を行った。なお、反射膜の厚さは80nmであった。

【0051】次に、このようにして作製された光記録媒体の信号再生を行った。前述のように本実験例の光記録媒体においては、0.3μm/bitの信号が超解像用記録パターンとして形成されている。この記録パターンは再生光の回折限界よりも微細な信号であるため、超解像現象が発生しないと再生することが出来ない。

【0052】そこで、光記録媒体の回転線速度を3.7m/sとし、再生光の波長をレーザ波長域の780nm



とし、フォーカスレンズのNAを0.53として再生光の出力を1mW～10mWまで変化させて記録パターンの再生を行った。この光学系のModulation Transfer Function (MTF) のカットオフ空間周期 ( $2NA/\lambda$ ) は  $0.74\mu\text{m}$  であり、 $0.3\mu\text{m/bit}$ 、すなわち  $0.6\mu\text{m}$  周期の信号は通常では読み出せない。その結果、再生光の出力が1mWの時に、若干の再生信号が得られ、再生光の出力が2.5mWである時には、図14に示すように、周波数6MHzの信号がCNR=19.4dBで得られた。この後、光記録媒体の回転線速度を  $10\text{m/s}$  として同様に再生を行ってみたが、再生光の出力が4mWである時に、周波数6MHzの信号がCNR=18dBで得られた。上記のような信号再生実験は1000回以上の再現性があり、本実験例の光記録媒体は非常に安定したものであることがわかった。

#### 【0053】

【発明の効果】本発明は、透明基板上に情報信号に対応して凹凸や光学特性の変化として記録された記録パターンを、透明基板側から垂直入射し透明基板に対して相対的に移動走査する再生光の反射の変化で検出し、信号を再生するための光記録媒体において、記録パターン上に少なくとも可飽和吸収色素を含有する層を一層有し、且つ前記可飽和吸収色素の再生光の波長での分子吸光係数  $\epsilon$  が  $10^4 \leq \epsilon$  であり、緩和時間  $\tau$  が  $1\text{ns} \leq \tau \leq 100\text{ns}$  であるため、再生光の回折限界よりも小さいスポット径の再生光を取り出すことが可能であり、微細化された記録パターンを再生することが可能であり、高密度記録化に十分対応することが可能である。

【0054】また、本発明は再生光学系の大幅な変更、情報記録方式の大幅な変更を行うことなく、記録密度を向上させることが可能であり、従来の光記録媒体の約4倍程度の記録密度を達成することが可能である。さらに、再生光学系や情報記録方式の変更により実現される高密度記録化技術との併用によりさらに記録密度を大幅に向上させることが可能となり、その工業的価値は非常に高い。なお、本発明は、記録可能な層を有する追記型、書換可能型の光記録媒体にも適用可能であり、記録密度の著しく向上された追記型、書換可能型の光記録媒体の実現も可能である。

【0055】また本発明においては、このような光記録媒体において、透明基板、可飽和吸収色素含有層及び空気界面における反射率が70%以上の反射膜を順次設けても良く、さらに可飽和吸収色素含有層の厚さを再生光の光強度に対して干渉による反射光強度を略極小とする

厚さとする、或いは可飽和吸収色素をナフトロシアニン系色素とすることにより更に高い効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】多層膜系を示す模式図である。

【図2】光記録媒体の構造を示す断面図である。

【図3】計算によって求めた光記録媒体の反射率分布及び再生光、反射光のビームプロファイルの一例を示す図である。

【図4】計算によって求めた光記録媒体の反射率分布及び再生光、反射光のビームプロファイルの他の例を示す図である。

【図5】計算によって求めた光記録媒体の反射率分布及び再生光、反射光のビームプロファイルのさらに他の例を示す図である。

【図6】計算によって求めた再生光出力と反射光スポット径、再生光のスポット中央における反射率の関係を示す図である。

【図7】再生光のスポット中央における反射率と反射光スポット径の関係を示す図である。

【図8】実験例2で用いた可飽和吸収色素含有層の膜厚に対する透過率及び反射率を示す図である。

【図9】光記録媒体の反射率の測定を行う光学系を示す模式図である。

【図10】再生光の出力と再生光の焦点位置での反射率の変化の関係を示す図である。

【図11】可飽和吸収色素含有層の消衰係数を変化させた場合の反射率の変化を示す図である。

【図12】実験例3で用いた可飽和吸収色素含有層の形成された基板の透過スペクトルを示す図である。

【図13】実験例3で用いた可飽和吸収色素含有層の膜厚と透過率及び反射率の関係を示す図である。

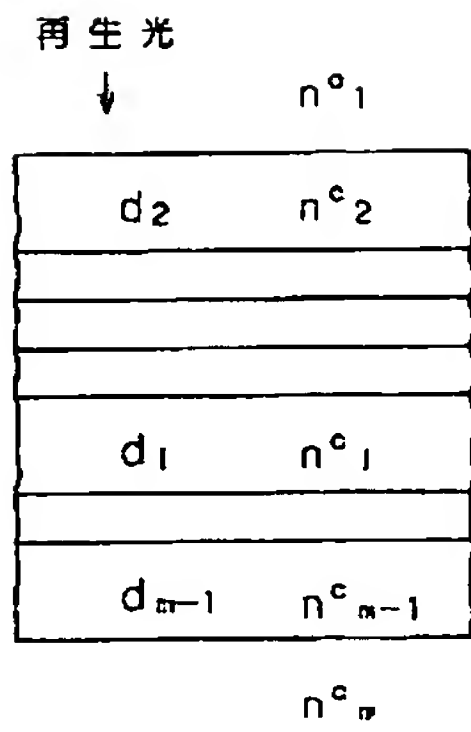
【図14】実験例3で用いた光記録媒体の再生信号を示す図である。

#### 【符号の説明】

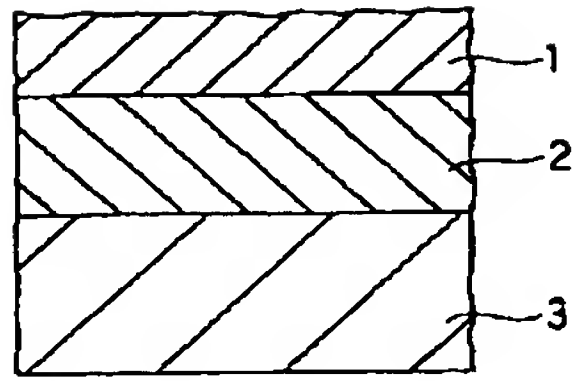
- 1・・・透明基板
- 2・・・可飽和吸収色素含有層
- 3・・・反射膜
- 4・・・半導体レーザ (LD)
- 5・・・偏光ビームスプリッタ (PBS)
- 6・・・1/4波長板 (QWP)
- 7・・・フォーカスレンズ
- 8・・・光記録媒体
- L・・・再生光
- R・・・反射光



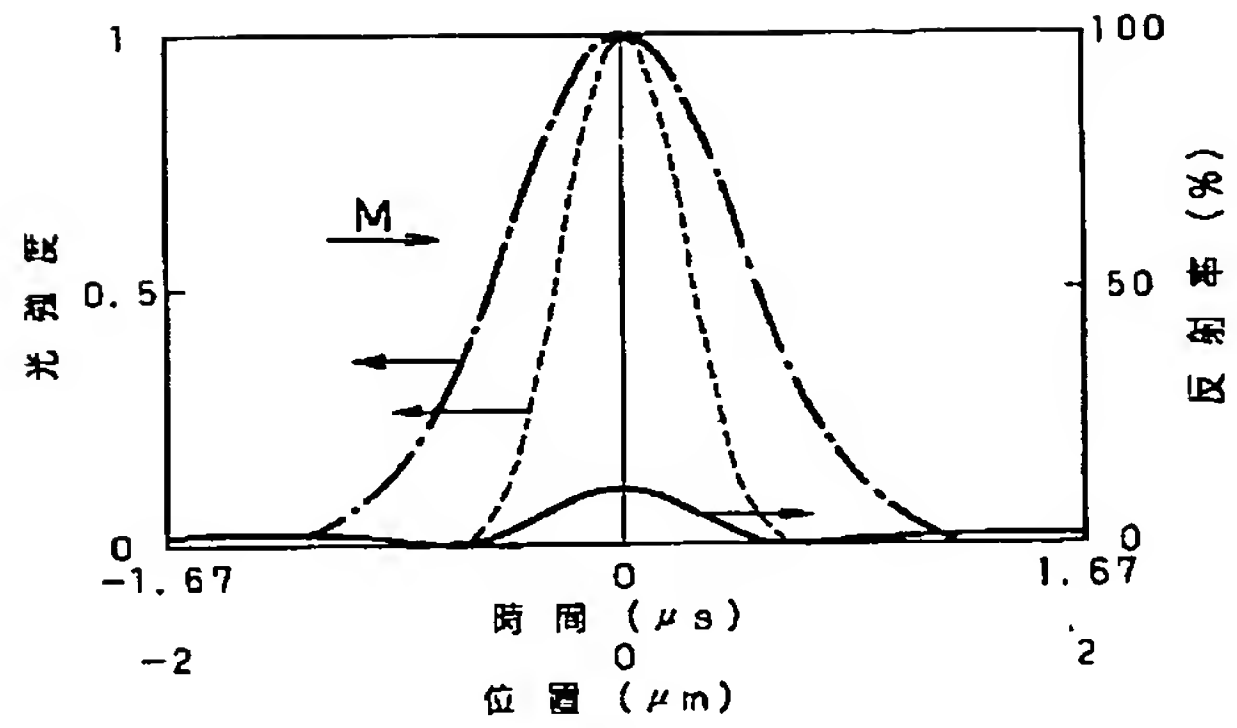
【図1】



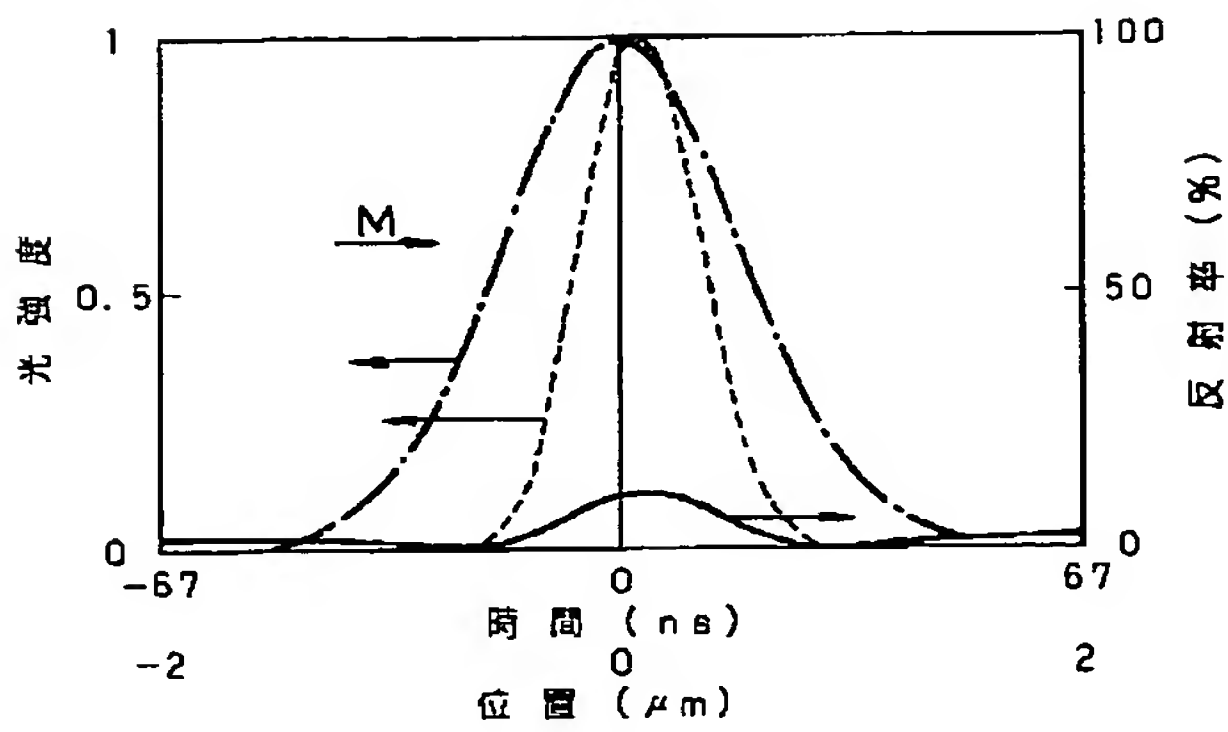
【図2】



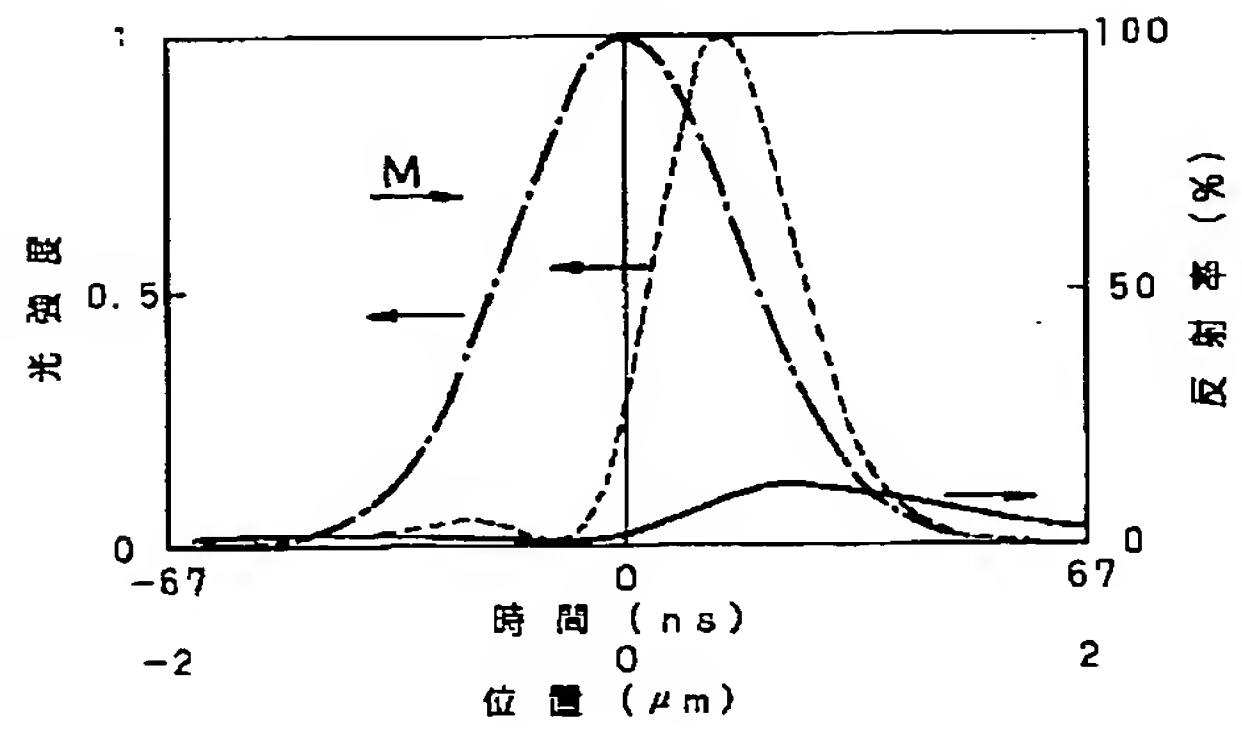
【図3】



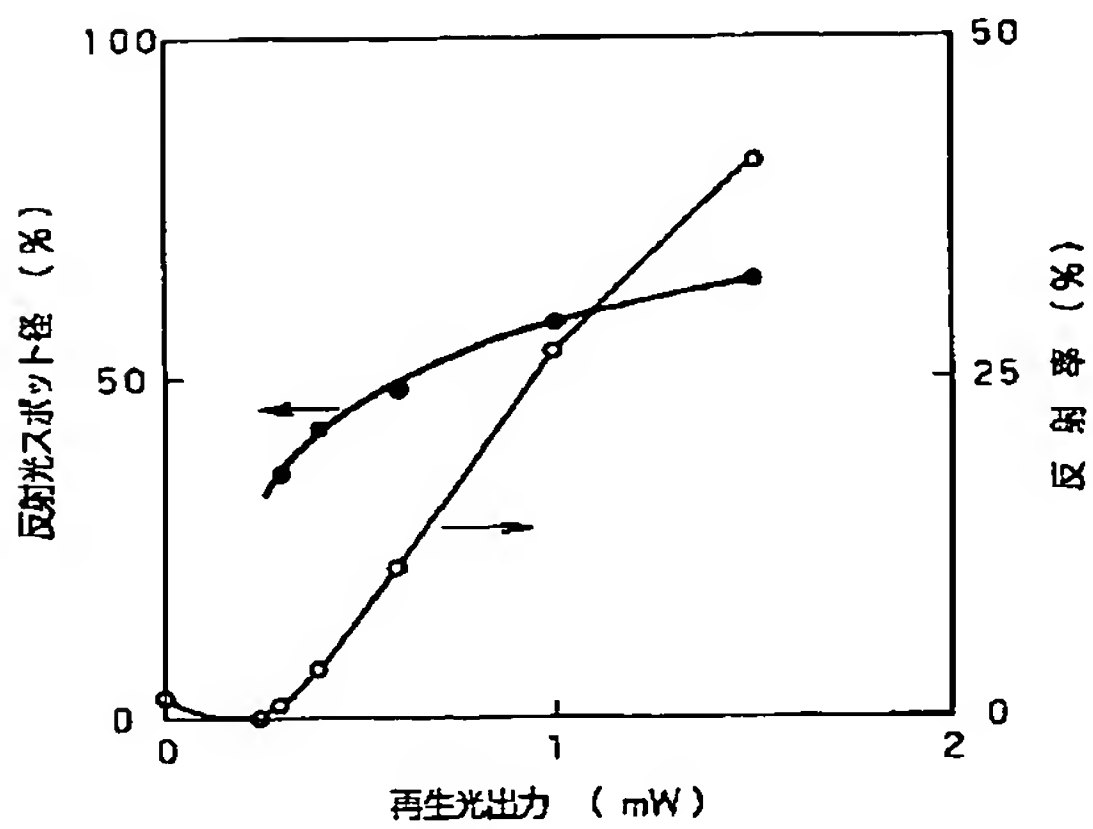
【図4】



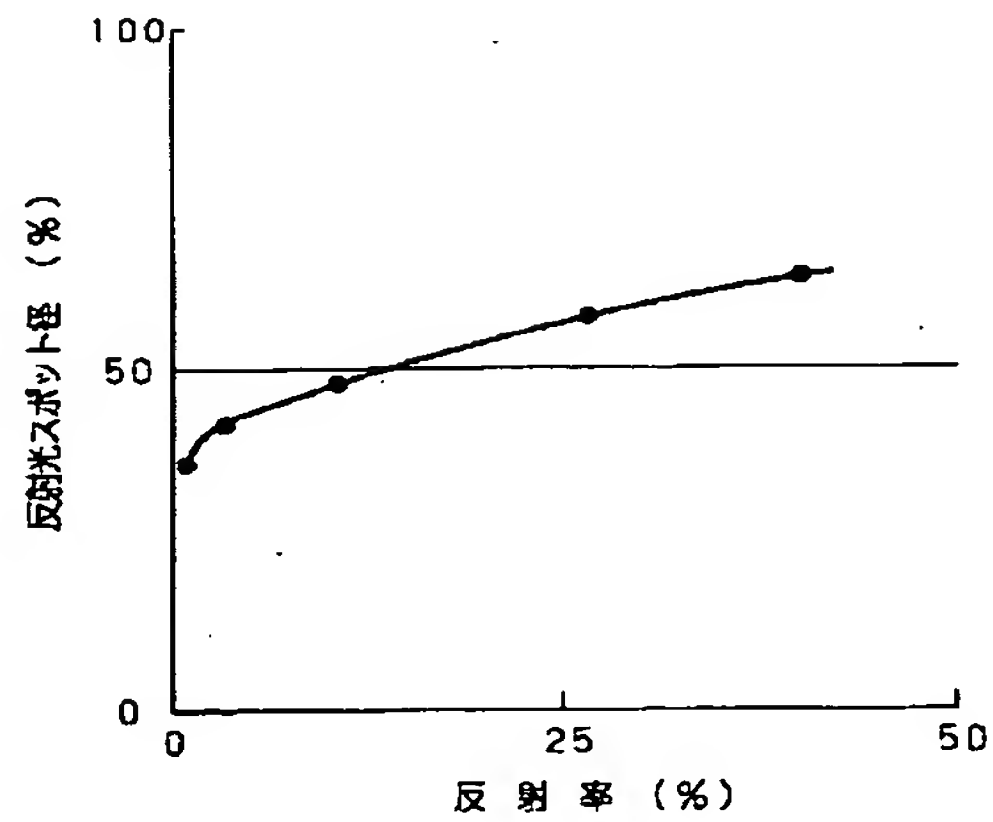
【図5】



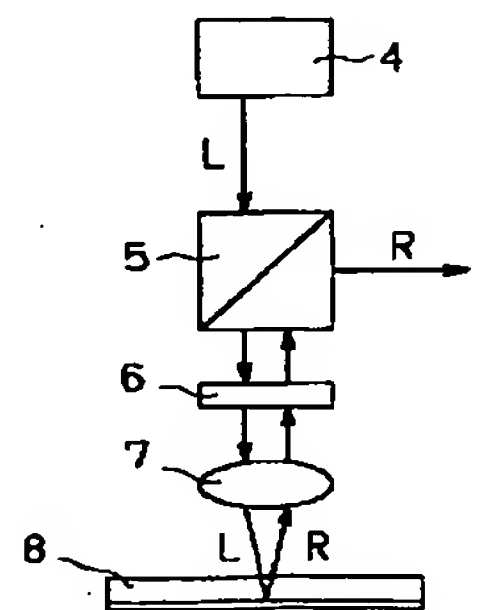
【図6】



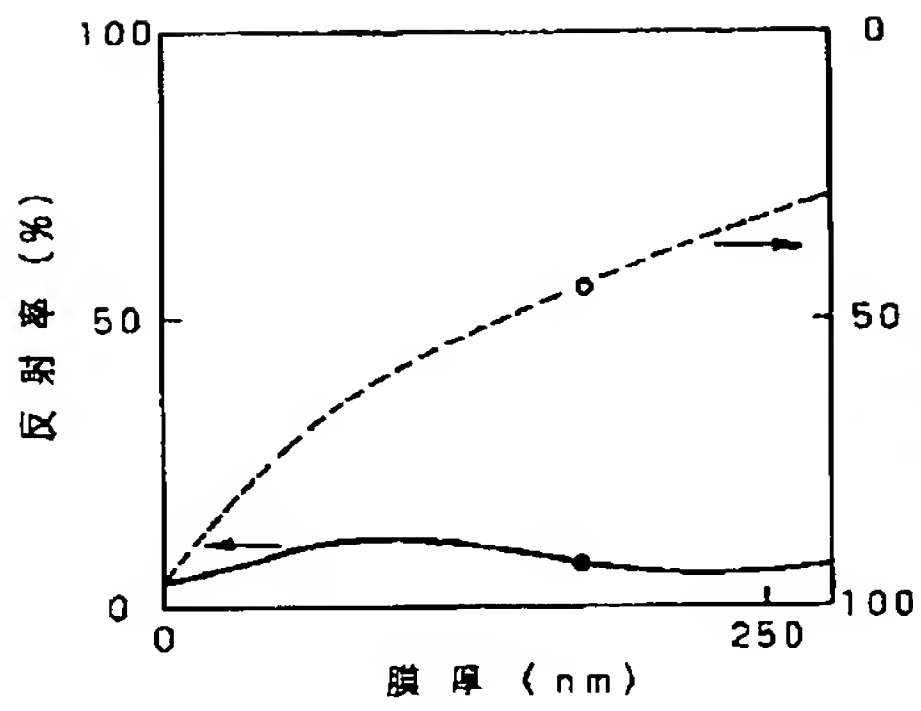
【図7】



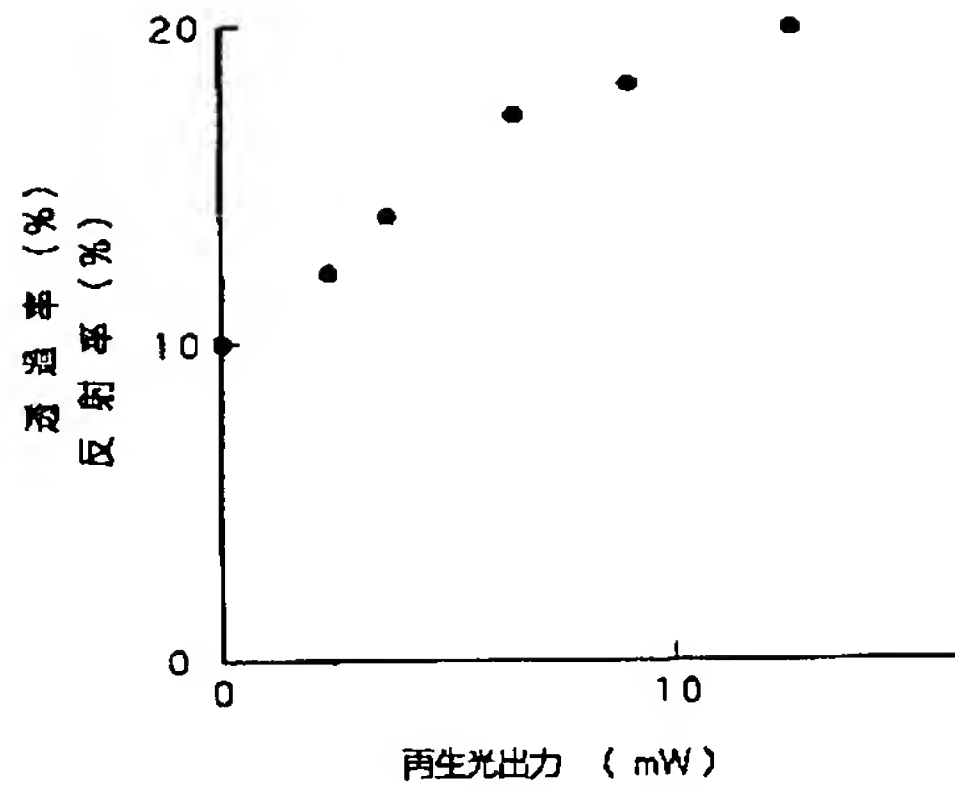
【図9】



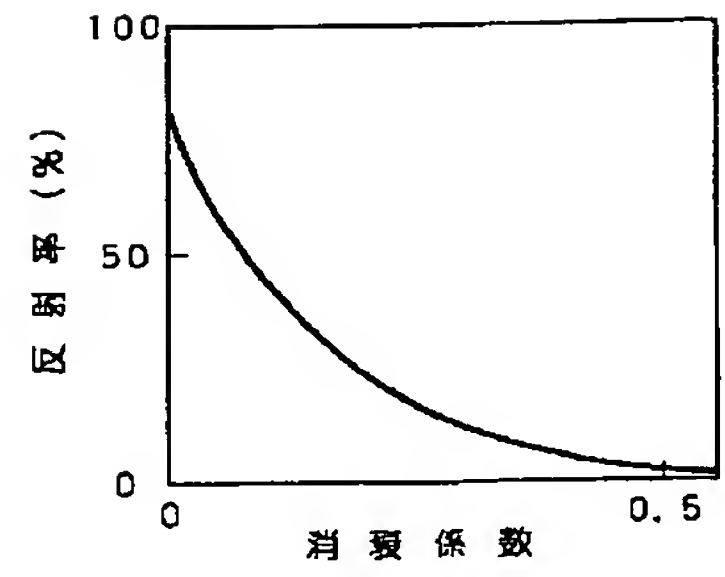
【図8】



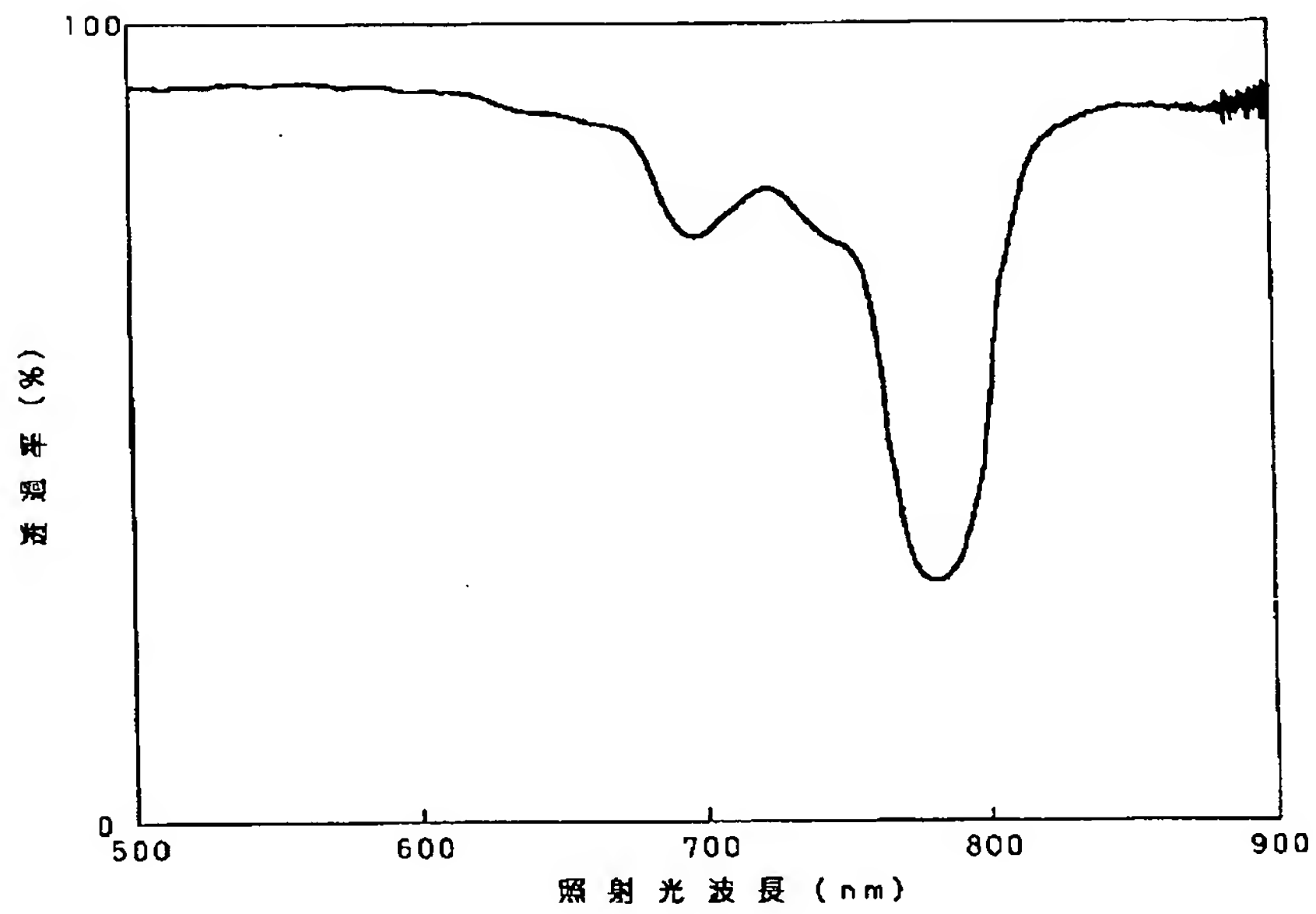
【図10】



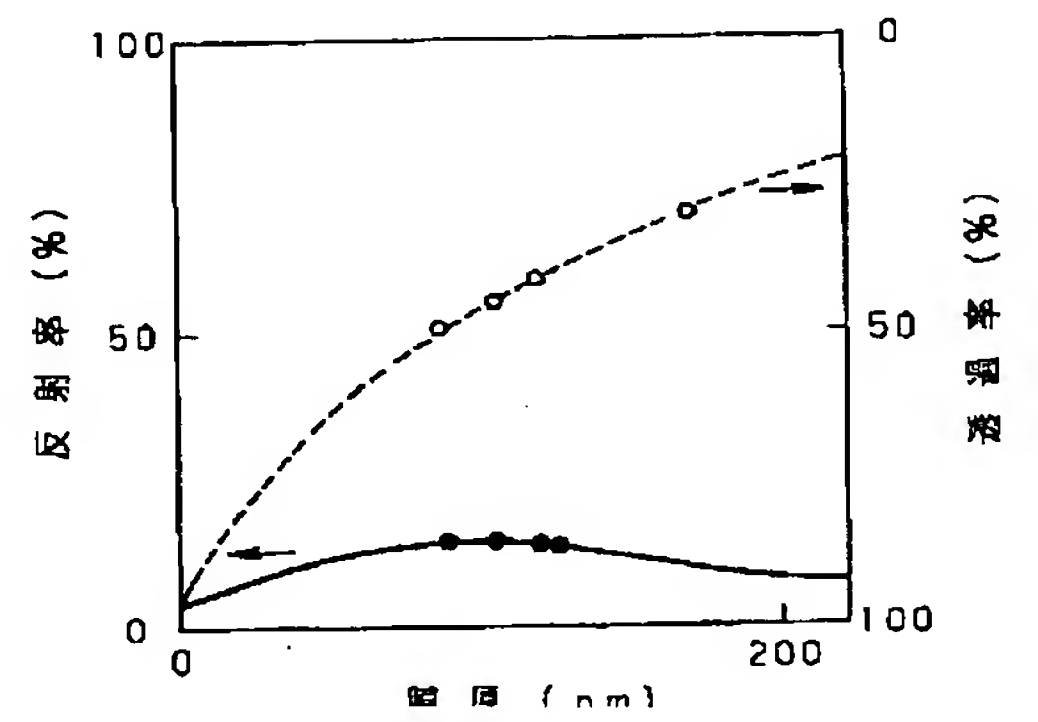
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

